

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 2 月 1 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 4 2 2 5 2 7
Application Number:

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
the country code and number
of your priority application,
which may be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 3 - 4 2 2 5 2 7

願 人 パナソニック株式会社
Applicant(s):

2 0 0 9 年 8 月 3 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

細野 哲弘



出証番号 出証特 2 0 0 9 - 3 0 2 6 9 3 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 2922450336
【提出日】 平成15年12月19日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F16L 59/06
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 湯浅 明子
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東 2 丁目 3 番 1 - 2 号 松下冷機株式会社内
 【氏名】 谷本 康明
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

無機繊維からなる芯材と、ガスバリア性を有する外被材とを備え、前記外被材の内部を減圧してなる真空断熱材であって、前記芯材が酸化珪素を主成分とし、かつ、無機繊維同士が、固化するための結合材により各交点で結着しているのではなく、分子間相互作用により密着し、少なくとも表層部に繊維同士の密着層が形成されていることを特徴とする真空断熱材。

【請求項 2】

前記分子間相互作用が、 Si-OH 基に起因するものであり、無機繊維表面の $\text{Si-OH} / \text{Si-O}$ 比が 0.1 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の真空断熱材。

【請求項 3】

前記無機繊維からなる芯材の密度が、 150 kg/m^3 以上、 300 kg/m^3 以下であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の真空断熱材。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の真空断熱材を具備する冷凍冷蔵庫および冷凍機器。

【書類名】明細書

【発明の名称】真空断熱材、および、冷凍冷蔵庫および冷凍機器

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空断熱材、および、冷凍冷蔵庫および冷凍機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、地球環境問題である温暖化を防止することの重要性から、省エネルギー化が望まれており、民生用機器に対しても省エネルギーの推進が行われている。特に冷凍冷蔵庫に関しては、冷熱を効率的に利用するという観点から、優れた断熱性を有する断熱材が求められている。

【0003】

一般的な断熱材としては、グラスウールなどの繊維体やウレタンフォームなどの発泡体が用いられている。しかし、これらの断熱材の断熱性を向上するためには断熱材の厚さを増す必要があり、断熱材を充填できる空間に制限があって省スペースや空間の有効利用が必要な場合には適用することができない。

【0004】

このような課題を解決する一手段として、空間を保持する芯材と、空間と外気を遮断する外被材によって構成される真空断熱材がある。その芯材として、一般に、粉体材料、繊維材料、連通化した発泡体などが用いられているが、近年では、真空断熱材への要求が多岐にわたってきており、一層高性能な真空断熱材が求められている。

【0005】

一般に、熱伝導は、気体熱伝導と固体熱伝導、輻射熱伝導、対流熱伝導の総和で示される。外被材内部を減圧にして作製する真空断熱材においては、気体熱伝導と対流熱伝導に関しては、ほとんど無視できるほどその影響は小さい。また、常温以下の温度領域では、輻射熱伝導の寄与もほとんどない。

【0006】

よって、常温以下の冷凍冷蔵庫に適用する真空断熱材においては、固体熱伝導低減を考慮した仕様が必要となる。そこで、断熱性能に優れる真空断熱用芯材として、種々の繊維材料が報告されている。

【0007】

例えば、繊維性材料全体にわたって低熔融ガラス組成物やホウ酸のような熱可塑性の性質を有する無機バインダー材料を分散させた芯材を用いた真空断熱材が提案されており、図4のように、2本の隣接したガラス繊維1とガラス繊維2が無機バインダー材料3により、交点4で結合5を形成することを特徴としている（特許文献1参照）。

【0008】

これにより、繊維集合体の個々の繊維を一緒に保持して、絶縁材料のブランケット、マット、断熱材、又はパネルのような形成製品を維持するために集合体に一体性をもたせることが可能である。

【0009】

また、一般的な樹脂バインダーのように、外被材中の真空状態でバインダーから発生する気体がなく、経時的な断熱性能の劣化がないため、断熱性能に優れていることがあげられている。

【0010】

また、平均繊維径 $2\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $1\mu\text{m}$ 以下の無機質繊維に酸性水溶液処理、および、圧縮脱水処理を施し、無機質繊維の溶出成分が無機質繊維の交点に集め、結合材として作用させ、結着させたものを芯材として用いた真空断熱材が提案されている（特許文献2参照）。

【0011】

本構成の効果としては、繊維同士を結着させる結合材を含まないため、外被材中の真空

状態下で結合材から発生する気体がなく、経時的な断熱性能の劣化がないため、断熱性能に優れていることがあげられている。

【0012】

また、平均繊維径 $2\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $1\mu\text{m}$ 以下の無機質繊維を酸性抄造して得られたペーパーを酸性雰囲気下で複数枚積層した後、圧縮処理を施し、無機質繊維同士をそれら繊維より溶出した成分により各交点で結着した芯材を用いた真空断熱材が提案されている（特許文献3参照）。

【0013】

本構成では、経時的な断熱性能の劣化がないことに加え、繊維の方向が伝熱方向に垂直に配向していることから、固体熱伝導が低減し、優れた断熱性能を有する真空断熱材を提供できることが提案されている。

【特許文献1】特表平11-506708号公報

【特許文献2】特開平7-167376号公報

【特許文献3】特開平7-139691号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、特許文献1から特許文献3の構成では、無機質繊維の交点において結着したバインダーや、無機質繊維の溶出成分が結合材として作用し結着することによって、固化した溶出成分が、繊維交点の固体熱伝導を架橋、促進する作用を示し、溶出による結着成分のない同様の繊維体に比較して、固体伝熱成分が増大する傾向が確認された。

【0015】

一方、バインダーや溶出による結着成分のない繊維体は、固体伝熱成分は抑制されるが、綿状であり、非常に取り扱いが困難である。また、ブランケットやマット、パネルのような形成体を維持することができないため、真空断熱材の芯材として用いた場合に、大気圧縮により外観表面性が損なわれる。

【0016】

そこで、本発明の目的は、結合材から生じる気体による内圧増加により、断熱性能の劣化を招かないだけでなく、繊維交点における結着形成による固体熱伝導率の増大を抑制した、従来の硬質ウレタンフォームの10倍以上の優れた断熱性能を有する高性能な真空断熱材を提供することにある。

【0017】

また、従来の硬質ウレタンフォームの10倍以上の優れた断熱性能を有する高性能な真空断熱材を具備することにより、省エネルギーに貢献できる冷凍冷蔵庫および冷凍機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

上記従来の課題を解決するために、本発明の真空断熱材は、無機繊維からなる芯材と、ガスバリア性を有する外被材とを備え、前記外被材の内部を減圧してなる真空断熱材であって、前記芯材が酸化珪素を主成分とし、かつ、無機繊維同士が、固化するための結合材により各交点で結着しているのではなく、分子間相互作用による引力で互いに引かれ合うことにより密着し、少なくとも表層部に繊維同士の密着層が形成されていることを特徴とするものである。

【0019】

これにより、結合材から生じる気体に起因する断熱性能の劣化、および、繊維交点における結着形成による固体熱伝導率の増大を抑制した、優れた断熱性能を有する高性能な真空断熱材を提供することができる。

【発明の効果】

【0020】

本発明の真空断熱材は、芯材である無機繊維同士が、固化するための結合材により各

交点で結着しているのではなく、分子間相互作用による引力で互いに引かれ合うことにより密着し、少なくとも表層部に繊維同士の間隙層が形成されているため、結合材から生じる気体に起因する断熱性能の劣化、および、繊維交点における結着形成による固体熱伝導率の増大を抑制した、優れた断熱性能を有する高性能な真空断熱材を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

請求項1に記載の発明の真空断熱材は、無機繊維からなる芯材と、ガスバリア性を有する外被材とを備え、前記外被材の内部を減圧してなる真空断熱材であって、前記芯材が酸化珪素を主成分とし、かつ、無機繊維同士が、固化するための結合材により各交点で結着しているのではなく、分子間相互作用により密着し、少なくとも表層部に繊維同士の間隙層が形成されていることを特徴とするものである。これにより、分子構造に起因する分子間相互作用により繊維同士が引き合う引力により密着した構造となっていることから、無機繊維の交点においてバインダーや無機繊維の溶出成分が結着し、繊維交点の固体熱伝導を伝えることがないため、固体熱伝導を低減し、優れた断熱性能を有する真空断熱材を提供できるものである。

【0022】

また、結合材から生じる気体による内圧増加により、断熱性能の劣化を招くことのない高性能な真空断熱材を提供することができる。

【0023】

さらに、気体熱伝導率の低減も確認された。従来の交点で結着されている芯材では、芯材製造工程で形成され、偏在している極大空隙が、真空断熱材を作製し、大気圧による圧縮力が増えられても残存しており、これが気体熱伝導の悪化を招いていると考えていた。しかし、本構成においては、繊維交点における繊維の結着がないため、空隙径がほぼ均一になるよう大気圧縮され、極大空隙が消失し、空隙が均一に微細化されたため、気体熱伝導率のさらなる低減が得られたと考える。

【0024】

以上の作用により、従来の硬質ウレタンフォームの10倍以上の優れた断熱性能を有する真空断熱材を提供することが可能となった。

【0025】

また、分子間相互作用により互いに引かれ合うことにより繊維同士が密着しているため、取り扱いが容易な形成体を維持する十分な強度を得ることができ、真空断熱材の芯材として用いた場合に、大気圧縮により外観が損なわれることもない。

【0026】

なお、顕微鏡などを用いると、バインダーや無機繊維の溶出成分が無機繊維の交点において結着したものでは、明らかに繊維表面や交点にバインダーや溶出成分の結着物が確認されるが、本発明における密着とは、結着に作用する物理的な要因が観察により何ら確認されることがないにも関わらず、形成体を維持する十分な強度を得ることができることを指している。この密着は、水素結合やファンデルワールス力などによる分子間相互作用に起因するものである。

【0027】

また、本発明における酸化珪素を主成分として含む無機繊維は、グラスウールやシリカファイバーなど酸化珪素が全体に占める割合が最も高い無機繊維を指しており、副成分としてアルミナやナトリウム酸化物、棚素酸化物などを含んでも良い。中でも工業的に安価なグラスウールが好ましい。

【0028】

また、無機繊維の繊維径は、特に指定するものではないが、繊維径が微細なものがより優れた断熱性能が得られることは従来公知である（特許文献2および3参照）。しかしながら、従来の無機繊維の交点において結着した芯材において2 μ m以下の微細繊維径のものでしか得られなかった断熱性能が、本構成により3 μ m以上の繊維径の芯材によっても

得ることができるため、より安価で高性能な断熱性能が得られることから、 $3\mu\text{m}$ から $4\mu\text{m}$ の繊維径が望ましい。

【0029】

また、本発明の外被材は、ガスバリア性を有するものが利用できるが、表面保護層、ガスバリア層、および熱溶着層によって構成されるラミネートフィルムであることが好ましい。

【0030】

また、本発明の真空断熱材に合成ゼオライト、活性炭、活性アルミナ、シリカゲル、ドーソナイト、ハイドロタルサイトなどの物理吸着剤、および、アルカリ金属やアルカリ土類金属単体やその酸化物および水酸化物などの化学吸着剤、水分吸着剤やガス吸着剤を使用しても良い。

【0031】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の分子間相互作用が、 $\text{Si}-\text{OH}$ 基に起因するものであり、無機繊維表面の $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比が0.1以上であることを特徴とするものである。これにより、 $\text{Si}-\text{OH}$ 基に起因する水素結合の分子間相互作用により、無機繊維同士が密着するために十分な分子間相互作用力を得ることができ、取り扱いが容易な形成体を維持する十分な強度が得られるものである。

【0032】

無機繊維表面の $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比を0.1以上とするためには、真空断熱材の芯材として減圧下で封止するまでに、繊維表面に適切な水分を供給する手段がある。水分の供給により、繊維表面の $\text{Si}-\text{O}_2$ 基は、 $\text{Si}-\text{OH}$ 基へ、さらに一部は $\text{Si}-\text{H}_3\text{O}^+$ 基へ化学変化する。この変化は、繊維が比較的高温で化学的に不安定である繊維化直後に行うことが望ましい。

【0033】

次いで、真空断熱材の外観表面性を良好とするため、表面に $\text{Si}-\text{OH}$ 基および $\text{Si}-\text{H}_3\text{O}^+$ 基を有する無機繊維を集綿し、圧縮または加熱圧縮により、取り扱いの容易な成形体としたものを芯材として用いる。

【0034】

真空断熱材の芯材として、適当な密度に加熱圧縮することにより、近接する繊維同士が水素結合に起因する分子間相互作用により密着し、成形体を得られるものである。圧縮の際の加熱温度により、 $\text{Si}-\text{H}_3\text{O}^+$ 基は、脱水反応により $\text{Si}-\text{OH}$ 基へ変化することが考えられるが、得られた芯材における $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比が0.1以上であれば、取り扱いが容易な形成体を維持する十分な強度が得られるものである。

【0035】

なお、無機繊維表面の $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比は、XPSによる $\text{Si}-2\text{P}$ スペクトルおよび $\text{O}-1\text{S}$ のピーク面積比やFT-IRにおける対応スペクトル面積の相対比較などにより求められる。

【0036】

請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の無機繊維からなる芯材の密度が、 $150\text{kg}/\text{m}^3$ 以上、 $300\text{kg}/\text{m}^3$ 以下であることを特徴とするものである。これにより、芯材に硬度が加えられるため、取り扱い性が確保され外被材への挿入工程などでの作業性が向上し、真空断熱材の表面性も良好となる。一方、高密度化による固体熱伝導率の増加を招くこともない。

【0037】

請求項4に記載の発明の冷凍冷蔵庫および冷凍機器は、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の真空断熱材を具備することを特徴とするものである。これにより、従来の硬質ウレタンフォームの10倍以上の優れた断熱性能を有するために、高断熱化が達成され、省エネルギーに貢献できるものである。また、真空断熱材の表面性が良好であるため、取り付け性および冷凍冷蔵庫および冷凍機器の箱体表面平滑性も良好なものが製造できるものである。

【0038】

さらに、結合材から生じる気体による内圧増加により、断熱性能の劣化を招くことないため、経時的に断熱性能が劣化することがなく、継続して省エネルギーに貢献することが可能である。

【0039】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、この実施の形態によってこの発明が限定されるものではない。

【0040】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における、真空断熱材の断面図を示すものである。真空断熱材6は、外被材7に、酸化珪素を主成分とし、かつ、無機繊維同士が、固化するための結合材により各交点で結着しているのではなく、分子間相互作用による引力で互いに引かれ合うことにより密着した芯材8が、減圧下で充填されているものである。

【0041】

また、図2は、固化するための結合材により各交点で結着しているのではなく、分子間相互作用による引力で互いに引かれ合うことにより密着した芯材8の交点の概略図である。2本の隣接した無機繊維9と無機繊維10は、分子間相互作用により密着しているため、その交点11では物理的結着のための結着物は何ら観察されることはない。しかしながら、取り扱い性に十分な成形体強度を保つことができるものである。

【0042】

以上のように構成された真空断熱材では、無機繊維の交点においてバインダーや無機繊維の溶出成分が結着し、繊維交点の固体熱伝導を伝えることがないため、固体熱伝導を低減し、優れた断熱性能を発現することが可能である。

【0043】

また、結合材から生じる気体による内圧増加により、断熱性能の劣化を招くこともない。

【0044】

さらに、おそらくは、繊維交点における繊維の結着がないため、空隙径がほぼ均一になるよう大気圧縮され、極大空隙が消失し、空隙が均一に微細化されたため、気体熱伝導率のさらなる低減が得られるものである。

【0045】

以上の作用により、従来の硬質ウレタンフォームの10倍以上の優れた断熱性能を有する真空断熱材を提供することが可能となった。

【0046】

また、分子間相互作用により互いに引かれ合うことにより繊維同士が密着しているため、取り扱いが容易な形成体を維持する十分な強度を得ることができ、真空断熱材の芯材として用いた場合に、大気圧縮により外觀が損なわれることもない。

【0047】

Si-OH/Si-O比および芯材の密度を変えて、真空断熱材を評価した結果を実施例1から実施例7に示す。

【0048】

性能評価は、芯材の取り扱い性、真空断熱材の表面性の観点においては、曲げ強度および圧縮強度を指標とし、従来の経験値からそれぞれ0.03MPaおよび0.05MPa以上が得られれば、十分であると判断した。

【0049】

また、熱伝導率は、平均温度24℃における実測値を従来データと比較した。実施例1から実施例7の結果は(表1)にまとめた。

【0050】

(実施例1)

芯材として、XPSによるSi-2PスペクトルおよびO-1Sのピーク面積比より算

出した $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比が 0.1 であり、密度が 250 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。芯材の平均繊維径は、 $4 \mu\text{m}$ であった。評価の結果、芯材の圧縮強度は 0.06 MPa 、曲げ強度は 0.04 MPa 、真空断熱材の熱伝導率は 0.0013 W/mK であった。

【0051】

無機繊維表面の $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比が 0.1 以上であることに起因する分子間相互作用により互いに引かれ合うことにより繊維同士が密着しているため、取り扱いが容易な形成体を維持する十分な強度を得ることができ、真空断熱材の芯材として用いた場合に、大気圧縮により外観が損なわれることもなかった。

【0052】

また、繊維交点における結着形成による固体熱伝導率の増大を招くことがなく、さらに、繊維交点における繊維の結着がないために、空隙径がほぼ均一になるよう大気圧縮され、空隙が均一に微細化されることによる気体熱伝導率の低減の効果により、比較例 1 から比較例 3 と比較して、優れた断熱性能を示すものであった。

【0053】

(実施例 2)

芯材として、XPS による $\text{Si}-2\text{P}$ スペクトルおよび $\text{O}-1\text{S}$ のピーク面積比より算出した $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比が 0.6 であり、密度が 250 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。

【0054】

芯材の平均繊維径は、 $4 \mu\text{m}$ であった。評価の結果、芯材の圧縮強度は 0.07 MPa 、曲げ強度は 0.05 MPa 、真空断熱材の熱伝導率は 0.0012 W/mK であった。

【0055】

実施例 1 より若干の圧縮強度、曲げ強度の増大が確認された。おそらく、 $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比の増加に起因するものであると考える。

【0056】

(実施例 3)

芯材として、XPS による $\text{Si}-2\text{P}$ スペクトルおよび $\text{O}-1\text{S}$ のピーク面積比より算出した $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比が 0.9 であり、密度が 250 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。芯材の平均繊維径は、 $4 \mu\text{m}$ であった。評価の結果、芯材の圧縮強度は 0.07 MPa 、曲げ強度は 0.06 MPa 、真空断熱材の熱伝導率は 0.0013 W/mK であった。

【0057】

実施例 1 より若干の圧縮強度、曲げ強度の増大が確認された。おそらく、 $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比の増加に起因するものであると考える。実施例 2 とはほぼ同等レベルの強度である。

【0058】

(実施例 4)

芯材として、XPS による $\text{Si}-2\text{P}$ スペクトルおよび $\text{O}-1\text{S}$ のピーク面積比より算出した $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比が 0.6 であり、密度が 150 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。芯材の平均繊維径は、 $4 \mu\text{m}$ であった。評価の結果、芯材の圧縮強度は 0.05 MPa 、曲げ強度は 0.03 MPa 、真空断熱材の熱伝導率は 0.0012 W/mK であった。

【0059】

同等の $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比を有する実施例 2 より若干の熱伝導率の低減が確認された。おそらく、密度の低下に起因する固体熱伝導率の低減によるものであると考える。

度が 150 kg/m^3 の場合は、圧縮強度および曲げ強度は、取り扱いが容易な形成体を維持する十分な強度である。

【0060】

(実施例5)

芯材として、XPSによるSi-2PスペクトルおよびO-1Sのピーク面積比より算出したSi-OH/Si-O比が0.6であり、密度が 300 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。芯材の平均繊維径は、 $4 \mu\text{m}$ であった。評価の結果、芯材の圧縮強度は0.08MPa、曲げ強度は0.07MPa、真空断熱材の熱伝導率は 0.0013 W/mK であった。

【0061】

同等のSi-OH/Si-O比を有する実施例2より、圧縮強度および曲げ強度の増大が確認された。これは、密度の増大に起因するものであり、この範囲では、固体熱伝導の悪化に影響するものではないと判断する。

【0062】

(実施例6)

芯材として、XPSによるSi-2PスペクトルおよびO-1Sのピーク面積比より算出したSi-OH/Si-O比が0.6であり、密度が 350 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。芯材の平均繊維径は、 $4 \mu\text{m}$ であった。評価の結果、芯材の圧縮強度は0.08MPa、曲げ強度は0.07MPa、真空断熱材の熱伝導率は 0.0013 W/mK であった。実施例5とほぼ同等の結果であった。

【0063】

(実施例7)

芯材として、XPSによるSi-2PスペクトルおよびO-1Sのピーク面積比より算出したSi-OH/Si-O比が0.6であり、密度が 380 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。芯材の平均繊維径は、 $4 \mu\text{m}$ であった。評価の結果、芯材の圧縮強度は0.08MPa、曲げ強度は0.07MPa、真空断熱材の熱伝導率は 0.0015 W/mK であった。

【0064】

実施例5および実施例6と同等の圧縮強度および曲げ強度を示したが、若干熱伝導率の増大が確認された。これは、密度の増大に起因するものであり、固体熱伝導の悪化の影響が現れているものと考える。

【0065】

(実施例8)

芯材として、XPSによるSi-2PスペクトルおよびO-1Sのピーク面積比より算出したSi-OH/Si-O比が0.6であり、密度が 80 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。評価の結果、芯材の圧縮強度は0.01MPa以下、曲げ強度は0.01MPa以下、真空断熱材の熱伝導率は 0.0015 W/mK であった。これは、芯材密度が 80 kg/m^3 であるため、成型体強度が低くなったためである。よって、熱伝導率には優れるものの、取り扱い性や真空断熱材の表面性は悪化した。

【0066】

(実施例9)

芯材として、XPSによるSi-2PスペクトルおよびO-1Sのピーク面積比より算出したSi-OH/Si-O比が0.07であり、密度が 150 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。評価の結果、芯材の圧縮強度は0.03MPa、曲げ強度は0.02MPa、真空断熱材の熱伝導率は 0.0015 W/mK であった。

。また、圧縮成形によっても密度 150 kg/m^3 より大きい成形体を得ることは困難であった。これは、 Si-OH/Si-O 比が 0.1 未満であるため、分子間相互作用力による密着力が小さいためであると考えられる。よって、熱伝導率には優れるものの、取り扱い性や真空断熱材の表面性は悪化した。

【0067】

次に本発明の真空断熱材に対する比較例を示す。評価方法は実施例に準じ、評価結果も同様に（表 1）に示した。

【0068】

（比較例 1）

芯材として、ホウ酸バインダーを分散させ交点で結合を形成させた、密度が 250 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。芯材の平均繊維径は、 $4 \mu\text{m}$ であった。評価の結果、芯材の圧縮強度は 0.07 MPa 、曲げ強度は 0.06 MPa 、真空断熱材の熱伝導率は 0.0022 W/mK であった。

【0069】

圧縮強度および曲げ強度は十分であるが、熱伝導率が実施例に比べて大きい値である。これは、ホウ酸バインダーを分散させ交点で結合を形成させているため、固体熱伝導が増大しているものと判断する。

【0070】

（比較例 2）

芯材として、平均繊維 $1 \mu\text{m}$ の無機質繊維に酸性水溶液処理、および、圧縮脱水処理を施し、無機質繊維の溶出成分を無機質繊維の交点に集め、結合材として作用させた、密度が 250 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。評価の結果、芯材の圧縮強度は 0.07 MPa 、曲げ強度は 0.06 MPa 、真空断熱材の熱伝導率は 0.0033 W/mK であった。

【0071】

圧縮強度および曲げ強度は十分であるが、熱伝導率が実施例に比べて極めて大きい値である。これは、酸性水溶液処理、および、圧縮脱水処理を施し、無機質繊維の溶出成分を無機質繊維の交点に集め、結合材として作用させているため、無機繊維同士が交点や接点において、互いに強固な結合を形成しているため、固体熱伝導率が増大しているためである。よって、繊維径が微細である効果も相殺されている。

【0072】

（比較例 3）

芯材として、平均繊維 $1 \mu\text{m}$ の無機質繊維を酸性抄造して得られたペーパーを酸性雰囲気下で複数枚積層した後、圧縮処理を施し、無機質繊維同士をそれら繊維より溶出した成分により各交点で結着した、密度が 250 kg/m^3 のグラスウール成形体を、外被材として金属蒸着フィルム層と熱可塑性ポリマー層とを有するラミネートフィルムを用いた真空断熱材を作製した。評価の結果、芯材の圧縮強度は 0.07 MPa 、曲げ強度は 0.06 MPa 、真空断熱材の熱伝導率は 0.0022 W/mK であった。

【0073】

圧縮強度および曲げ強度は十分であるが、熱伝導率が実施例に比べて極めて大きい値である。これは、無機質繊維同士をそれら繊維より溶出した成分により各交点で結着されているためである。酸性抄造して得られたペーパーを酸性雰囲気下で複数枚積層することにより、繊維の方向が伝熱方向に垂直に配向させた効果により、熱伝導率は比較例 2 より低減しているが、実施例よりは大きな値となっている。

【0074】

【表 1】

	Si-OH/Si-O比	密度 kg/m ³	繊維径 μm	繊維交点の 結着状態	圧縮強度 MPa	曲げ強度 MPa	熱伝導率 W/Mk	取り扱い ・表面性
実施例1	0.1	250	4	結着なし	0.06	0.04	0.0013	○
実施例2	0.6	250	4	結着なし	0.07	0.05	0.0012	○
実施例3	0.9	250	4	結着なし	0.07	0.06	0.0013	○
実施例4	0.6	150	4	結着なし	0.05	0.03	0.0012	○
実施例5	0.6	300	4	結着なし	0.08	0.07	0.0013	○
実施例6	0.6	350	4	結着なし	0.08	0.07	0.0013	○
実施例7	0.6	380	4	結着なし	0.08	0.07	0.0015	○
実施例8	0.6	80	4	結着なし	0.01以下	0.01以下	0.0015	×
実施例9	0.07	150	4	結着なし	0.03	0.02	0.0015	×
比較例1	—	250	4	ホウ酸バインダー	0.07	0.06	0.0022	○
比較例2	—	250	1	溶出成分による結着	0.07	0.06	0.0033	○
比較例3	—	250	1	溶出成分による結着	0.07	0.06	0.0026	○

【0075】

(実施の形態2)

図3は、本発明の冷凍冷蔵庫の断面図である。

【0076】

図3において、冷凍冷蔵庫12は、内箱13と外箱14とで構成される箱体内部にあらかじめ実施の形態1における真空断熱材6を配設し、前記真空断熱材以外の空間部を硬質ウレタンフォーム15で発泡充填したことを特徴としている。このように構成された冷凍冷蔵庫は、従来の硬質ウレタンフォームの10倍以上の優れた断熱性能を有するために、高断熱化が達成され、省エネルギーに貢献できるものである。また、結合材により結着していないため、結合材から生じる気体による内圧増加により、断熱性能の劣化を招くことないため、経時的に断熱性能が劣化することがなく、継続して省エネルギーに貢献することが可能である。

【0077】

なお、本発明の冷凍冷蔵庫および冷凍機器は、これらの動作温度帯である-30℃から常温、また自動販売機などの、より高温までの範囲で温冷熱を利用した機器を指す。また、電気機器に限ったものではなく、ガス機器なども含むものである。

【産業上の利用可能性】

【0078】

以上のように、本発明にかかる真空断熱材は、固体熱伝導および気体熱伝導を著しく低減した、従来の硬質ウレタンフォームの10倍以上の優れた断熱性能を有するものであり、冷凍冷蔵庫および冷凍機器をはじめとした温冷熱を効率的に利用することにより省エネルギーに貢献できるあらゆる機器や、熱や寒さから保護したい物象などのあらゆる断熱用途に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】本発明の実施の形態1における真空断熱材の断面図

【図2】本発明の実施の形態1における芯材の交点の概略図

【図3】本発明の一実施例である冷凍冷蔵庫の断面図

【図4】特許文献1における芯材の交点の概略図

【符号の説明】

【0080】

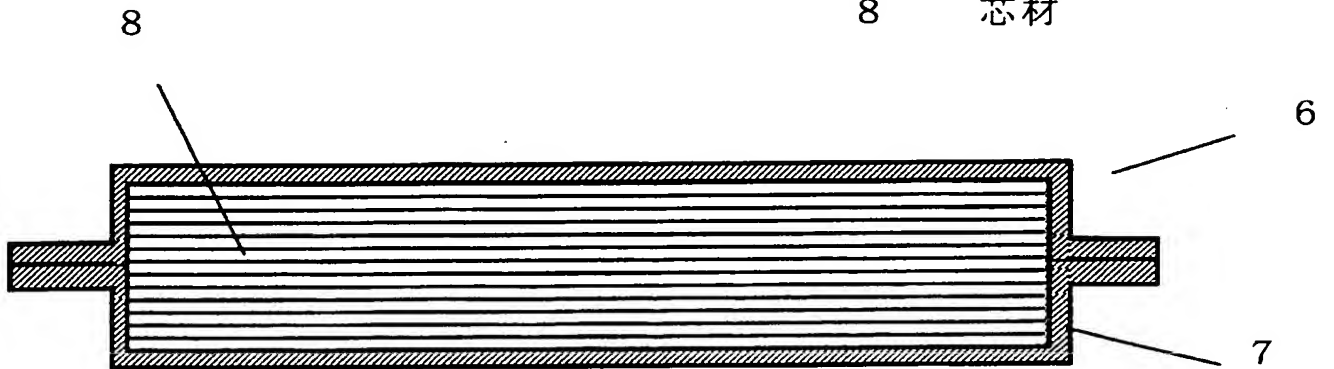
- 6 真空断熱材
- 7 外被材内箱

- 8 芯材
- 9 無機繊維
- 1 0 無機繊維
- 1 1 交点
- 1 2 冷凍冷蔵庫
- 1 3 内箱
- 1 4 外箱
- 1 5 硬質ウレタンフォーム

【書類名】図面

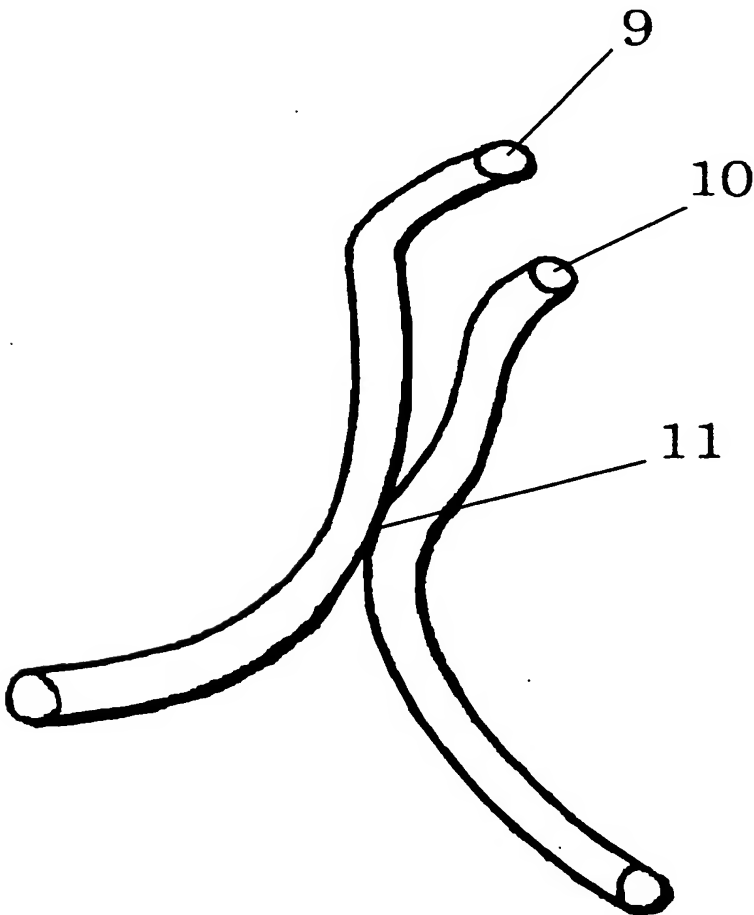
【図 1】

- 6 真空断熱材
- 7 外被材
- 8 芯材

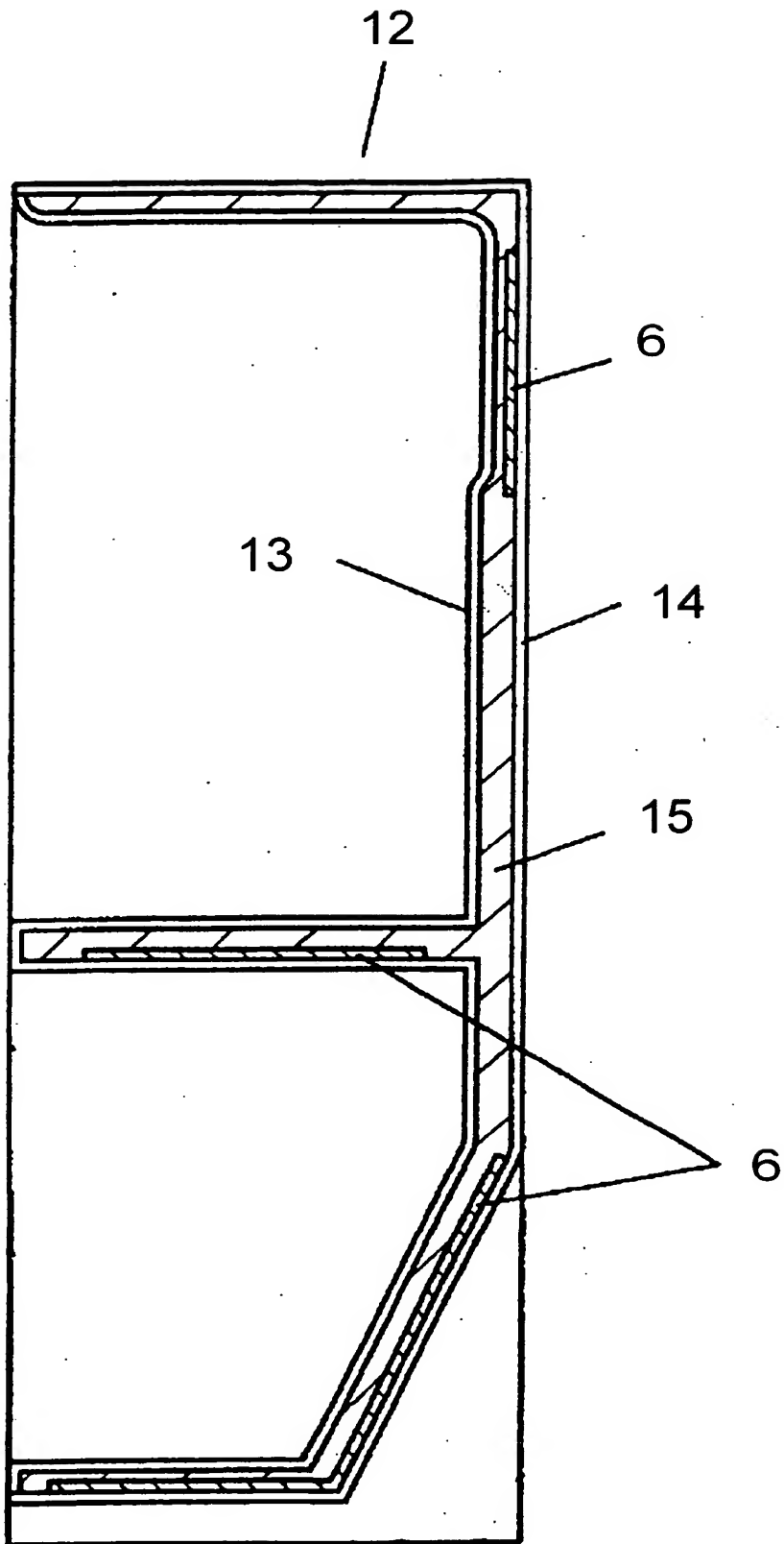


【図 2】

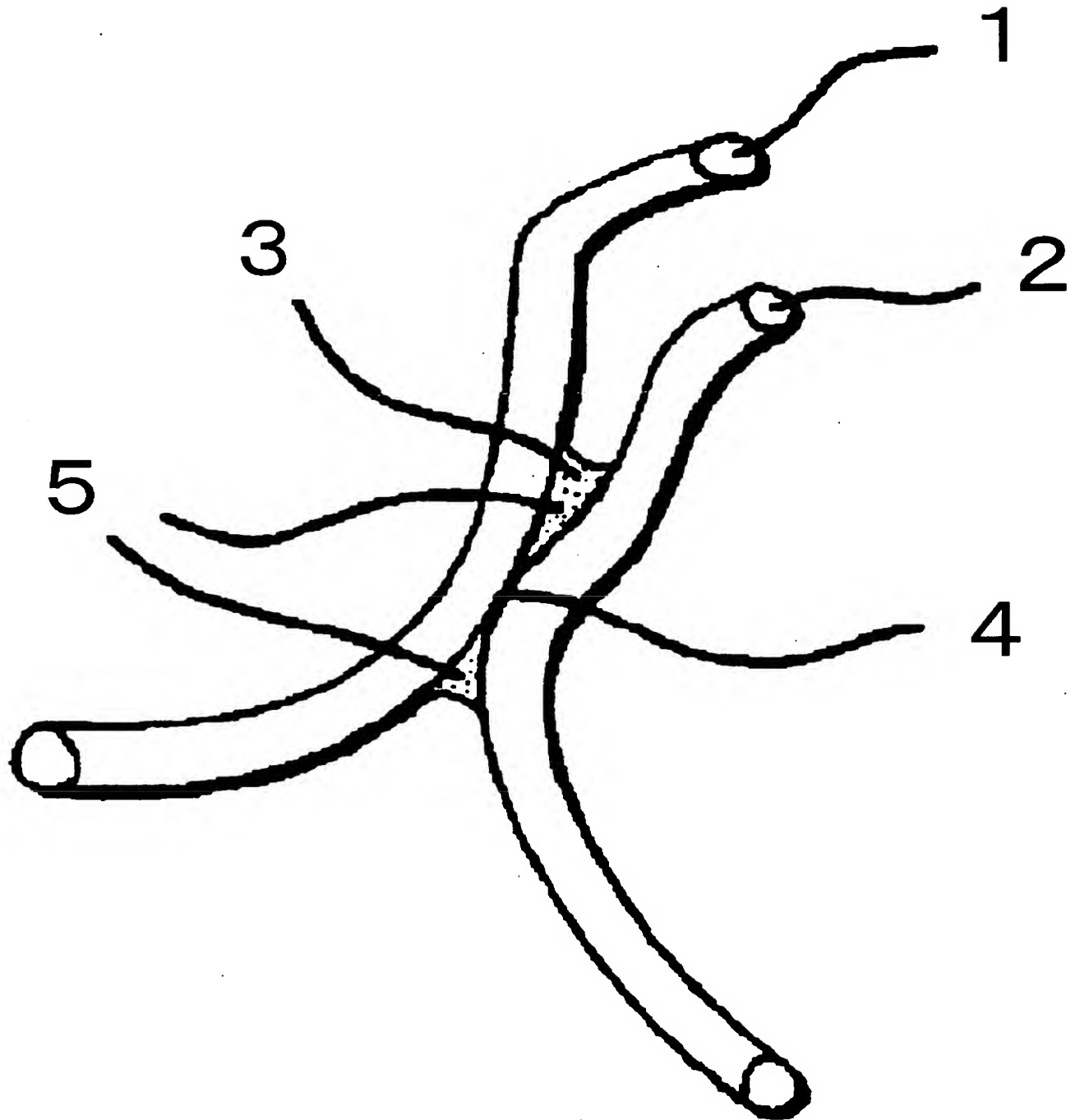
- 9 無機繊維
- 10 無機繊維
- 11 交点



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 結合材から生じる気体に起因する断熱性能の劣化、および、繊維交点における結着形成による固体熱伝導率の増大を抑制した、優れた断熱性能を有する高性能な真空断熱材を提供する。

【解決手段】 真空断熱材 6 は、外被材 7 に、酸化珪素を主成分とし、かつ、無機繊維同士が、固化するための結合材により各交点で結着しているのではなく、 $\text{Si}-\text{OH}$ 基に起因する分子間相互作用により密着した芯材 8 が、減圧下で充填されているものである。なお、無機繊維表面の $\text{Si}-\text{OH}/\text{Si}-\text{O}$ 比は 0.1 以上であり、無機繊維からなる芯材の密度は、 150 kg/m^3 以上、 300 kg/m^3 以下である。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 4 2 2 5 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名 松下電器産業株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 8 年 1 0 月 1 日
[変更理由] 名称変更
住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名 パナソニック株式会社